

АЛГОРИТМ И ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КОМФОРТНОСТИ КЛИМАТА КРУПНЫХ ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ

Многогранность города как природно-социального комплекса требует участия в исследовании его проблем представителей многих наук. Изучение комфортности климатических условий города является составной частью комплексной оценки геоэкологического потенциала среды жизнедеятельности его населения. Анализ метеорологических процессов и явлений, их пространственно-временной динамики позволяет проследить изменение климатических условий урбанизированных территорий в результате естественного развития и антропогенной трансформации географической среды, дать поэлементную и комплексную оценку их воздействия на человека.

Под геоэкологической оценкой комфортности климата города авторы понимают определение степени его благоприятности по отношению к организму человека с учетом естественного потенциала самоочищения атмосферы и влияния климата на режим эксплуатации жилых сооружений.

Алгоритм геоэкологической оценки комфортности климата крупных городов Беларуси включает четыре этапа. На первом этапе осуществлялся анализ методологических подходов, теоретически обосновывались и определялись основные эколого-климатические критерии и показатели комфортности климата крупных городов Беларуси. Из множества показателей выбирались главные, наиболее объективно отражающие комфортность климата городов. Проводилась их верификация и оптимизировалось количество, так как чрезмерное расширение параметров приводит к уменьшению значимости отдельных факторов, снижает точность расчетов и усложняет процесс оценки.

Второй этап заключался в разработке методики, алгоритма и определении структуры географической информационной системы оценки комфортности климата городов. Осуществлялся сбор, обработка и первичный анализ данных о климате крупных городов Беларуси для создания базы данных по выбранным показателям.

На третьем этапе была создана географическая информационная система геоэкологической оценки комфортности климата городов Беларуси. Проводился первичный анализ и ввод данных о климате крупных городов Беларуси в информационный модуль ГИС.

На четвертом этапе выполнялся расчет и пространственно-временной анализ климатических условий, геоэкологическая оценка комфортности климата крупных городов Беларуси, разрабатывались прогнозный сценарий ее изменения и предложения по предупреждению метеопатических реакций у населения городов.

При выполнении исследований использовались методы научного абстрагирования, аналогий, информационного и структурного анализа, синтеза, сравнительно-географический и др. При обработке исходной информации, расчете климатических и эколого-климатических характеристик применялись методы математической статистики и анализа, компьютерного моделирования. Базовая статистическая обработка информации производилась в Microsoft Office Excel.

Методика геоэкологической оценки комфортности климата городов базируется на системно-иерархических представлениях об объектах исследования, что позволяет выявить и математически представить группы разноплановых качественных и количественных показателей климатической системы, рассматриваемых как факторы, влияющие на жизнедеятельность населения в городах. Она основана на расчете частных и интегральных эколого-климатических показателей состояния окружающей среды, характеризующих степень ее благоприятности для человека, выполненных с использованием современных ГИС-технологий [1-2].

В соответствии с теоретическими и методологическими положениями геоэкологии и биоклиматологии [3], комфортным для человека является относительно ограниченное сочетание климатических факторов окружающей среды. Отклонение климатических условий от оптимальных для человека параметров вызывает физиологические изменения в его организме, особенно при экстремальных значениях климатических факторов, что проявляется в виде ухудшения самочувствия и проявления различных патологических реакций.

При определении показателей комфортности климата городов исследовать абсолютно все эколого-климатических факторы, влияющие на человека, практически невозможно и вряд ли целесообразно, так как многие из них несущественны и незначительно влияют на функционирование и динамику эколого-климатической системы урбанизированных территорий. Необходимо стремиться к достижению оптимального количества используемых показателей. Казалось бы, большее количество показателей позволяет полнее учесть сложности реального объекта и уменьшает неопределенность, присущую эколого-климатическим исследованиям. Но в то же время можно предположить возрастание неопределенности, связанное с ошибками измерения новых параметров и их дублирования. В связи с этим разумное уменьшение количества и определение уровня значимости показателей, используемых для геоэкологической оценки комфортности климата, представляется логичным и обоснованным.

Предложенная методика реализована в виде комплексной географической информационной системы геоэкологической оценки комфортности климата (ГИС ГОКК). ГИС «ГОКК» представляет собой субъект-объектную модель, построенную на принципах координации, субординации и поэтапного «сжатия» информации от оценки частных характеристик к интегральной оценке комфортности климата городов Беларуси.

Разработка ГИС «ГОКК» базируется на методологии системного анализа и ее структура состоит из трех основных подсистем: ввода и управления данными, их сортировки и классификации по заданным признакам; вычислительной обработки и комбинирования данных по заданной программе; представление полученной информации в виде таблиц.

Программа ГИС «ГОКК» написана в среде Delphi на языке Object Pascal. Основным объектом исследования являются среднесуточные метеорологические показатели за определенный период времени. Исходные данные находятся в файлах Excel со следующей структурой:

- Столбец «А» – дата формата «ГГГГ-ММ-ДД».
- Столбец «В» – температура воздуха.
- Столбец «К» – относительная влажность воздуха.
- Столбец «Т» – упругость водяного пара.
- Столбец «АС» – скорость ветра.
- Столбец «АL» – атмосферное давление воздуха.
- Столбец «АМ» – атмосферные осадки.
- Столбец «АV» – облачность.
- Столбец «АW» – туман.

Заголовки столбцов находятся в третьей строке листа, а данные начинаются с четвертой строки. Лист с исходными данными является активным.

Для считывания из Excel, хранения и обработки информации был разработан класс TvarTable, который находится в модуле VarTable и представляет собой таблицу данных вариатного типа Variant. Дополнительные поля этого класса позволяют определить, является ли эта таблица актуальной (логическое поле Actual), задать имя таблицы, ее номер, а также тип данных DataType, который может принимать 4 различных значения (dDay, dMonth, dYear, dNone), которые означают соответственно хранение в таблице данных по дням, месяцам, годам или отсутствие периодических данных. Также в модуле VarTable реализованы функции импорта данных из Excel в таблицу дневных данных, таблицу F значимости ЭКП,

таблицу С уровня комфортности ЭКП, а также общая для всех таблиц функция экспорта в Excel и функции экспорта и импорта из редактора данных главного окна программы.

Для безопасного преобразования данных из одного вида в другой были разработаны функции, собранные в модуле VarFuncs. Функции VarDoubleToString и VarStringToString предназначены для экспорта данных в редактор, в котором все данные представляются строками. Функции VarDateToDate и DateToVarDate предназначены для преобразования даты из строки в вид, удобный для использования (объект класса TData) и обратно, в зависимости от вида данных TDataType. Функция VarDoubleToDouble предназначена для получения численного значения, используемого для расчетов.

Для сбора обобщенных данных разработан класс ТКР, который находится в модуле КР. Он содержит поля накопленного значения и числа суммирований, позволяет получить среднее и общую сумму, в связи с этим методы записи в него различаются: в первый раз функция SetValue устанавливает первое значение для суммирования, а функция AddValue добавляет все последующие. Также в этом модуле находится функция для округления до заданного количества знаков после запятой RoundN и класс ТЕКРCollection, который представляет собой интерфейс к набору определенного числа объектов класса ТКР. Для считывания первой строки для суммирования показателей используется функция Read класса ТЕКРCollection, для последующих функция Add. Для записи накопленных значений используется функция Write2 для вывода средних значений, Write для вывода средних значений для всех КП, кроме атмосферных осадков, и Write3 для дополнительного подсчета климатического потенциала самоочищения атмосферы (K_14).

В модуле TableMath собраны функции для расчета таблиц КП и ЭКП:

Table0ToTable1 – получение данных для расчета из исходных показателей (копирование).

Table0ToTable1ex – получение данных для расчета из исходных показателей, начиная с позиции first и заканчивая позицией last.

Table1ToTable2 – получение месячных КП из данных для расчета.

Table1ToTable12 – получение годовых КП из данных для расчета.

Table2ToTable10 – получение КП по месяцам из месячных КП.

Table1ToTable3 – получение дневных ЭКП из данных для расчета.

Table3ToTable4 – получение месячных ЭКП из дневных ЭКП.

Table3ToTable13 – получение годовых ЭКП из дневных ЭКП и месячных КП (температура июня и января).

Table4ToTable11 – получение ЭКП по месяцам из месячных ЭКП.

Table13ToTable9 – получение из годовых ЭКП интегрального ЭКП и баллов, используемых для его расчета по каждому ЭКП.

FillTable7Def – начальное заполнение таблицы значимости ЭКП.

FillTable8Def – начальное заполнение таблицы баллов для интегрального ЭКП.

В таблице баллов для интегрального ЭКП каждому показателю соответствует две строки: в первой строке идут значения ЭКП (p1, p2, p3), являющиеся границами интервалов, во второй строке идут соответствующие интервалам значения баллов (c1, c2, c3, c4). Значений в первой строке на одно меньше, чем во второй.

Модуль Main содержит класс формы главного окна и отвечает за выполнение функций интерфейса программы. При инициализации формы создаются пустые таблицы, которые заполняются либо значениями по умолчанию, либо путем импорта данных из Excel и последующего расчета показателей.

Модуль Splash содержит класс формы окна заставки. Заставка создается как окно без рамки по размеру загруженной картинки из файла «Logo.jpg», расположенное в центре экрана. При запуске программы активируется таймер на 15 с, после чего он деактивируется. Также он деактивируется при нажатии на него левой кнопкой мыши. После деактивации

таймера заставка уничтожается и загружается основное окно программы.

При запуске программы появляется заставка, которая закрывается по щелчку мыши или через 15 секунд после старта. После этого появляется главное окно программы. Основные компоненты программы – главное меню программы, редактор данных и список таблиц. Редактор данных служит для отображения данных, а также редактирования таблиц значимости и уровня комфортности ЭКП. После каждого редактирования этих таблиц нужно пересчитать таблицу интегрального ЭКП. Главное меню программы содержит три пункта: «Файл», «Таблицы» и «Коэффициенты».

Пункт «Файл» содержит подпункты «Открыть», «Сохранить таблицы», «Сохранить F», «Загрузить F», «Сохранить C», «Загрузить C». При выборе пункта «Открыть» открывается диалоговое окно, в котором можно выбрать файл с данными, подготовленный по образцу в программе Excel. При этом загруженный файл появится в редакторе данных. При выборе пункта «Сохранить таблицы» открывается диалоговое окно сохранения файла, в котором можно указать файл для сохранения рассчитанных таблиц в файл Excel. При этом сохраняются только отмеченные галочками в списке таблицы. При выборе пункта «Сохранить F» можно выбрать отдельный файл для сохранения таблицы значимости ЭКП в файл Excel, который потом можно загрузить в программу при помощи пункта «Загрузить F». Аналогично можно сохранить и загрузить таблицу уровня комфортности ЭКП с помощью пунктов «Сохранить C» и «Загрузить C».

Пункт меню «Коэффициенты» содержит подпункты «Значимость ЭКП» и «Баллы», которые позволяют загрузить в редактор данных таблицы значимости и уровня комфортности ЭКП для редактирования в программе. Если при редактировании одной из этих таблиц нужно вернуться к предыдущему ее значению, это можно сделать, нажав еще раз пункт меню, соответствующий этой таблице.

Пункт меню «Таблицы» содержит пункты, которые позволяют выбрать данные для расчета («Данные для расчета»), рассчитать все таблицы сразу («Расчет всех таблиц») или по отдельности. Чтобы выбрать данные для расчета, нужно вызвать в редактор исходные данные, выбрать первую строку требуемой области данных, нажать SHIFT, и выбрать последнюю строку области данных, при этом выбранная область данных будет выделена. После этого надо нажать пункт меню «Данные для расчета», при этом для расчета будут выбраны данные из выделенной области. Если выделено менее двух строк, то расчет производится по всем исходным данным.

При разработке методики и расчете ЭКП использованы статистические данные о состоянии здоровья населения Республики Беларусь, сведения о вызовах скорой помощи в г. Минске за 2004-2008 гг., а также метеорологическая информация (средние суточные данные о температуре и относительной влажности воздуха, парциальном давлении водяного пара, скорости ветра, атмосферном давлении, атмосферных осадках, общей облачности, туманах) ГУ «Республиканский Гидрометеорологический центр» в разрезе 6 метеостанций областных центров страны за 25-летний период (1984-2008 гг.).

-
1. *Витченко А.Н., Телеш И.А.* Методика геоэкологической оценки комфортности климата городов // Вестник БГУ. Сер. 2. 2007. № 2. С. 99–104.
 2. *Витченко А.Н., Телеш И.А.* Геоэкологическая оценка комфортности климата крупных городов Беларуси // Вестник БГУ. Сер. 2. 2011. № 2. С. 73–78.
 3. *Исаев А.А.* Экологическая климатология. М.: Научный мир, 2003. 470 с.